

노이즈 및 서지제거를 위한 접지시스템 설계 엔지니어링

조대훈\*, 이기식, 정철희, 유철희, 박우현  
 단국대학교 전기공학과, 한국XIT(주), (주)나라기술단

Engineering of Grounding System Design for Protection of Surge & Noise

DH Cho\*, K.S. Lee, CH Jung\*\*, CH You, WH Park.  
 DanKook University\*, XITKorea. Co. Ltd\*\*, Naragisuldan Co. Ltd

**Abstract** - 본 논문에서는 실제 운용 중인 현장에서 노이즈 및 서지 신호를 측정 분석하여, 그 결과를 토대로 이들 노이즈 신호를 제거할 수 있는 접지시스템 및 내부 보호 설비를 제안하여 시공하였다. 실제 운용 중인 설비 내에 유도 혹은 침입하는 전원 계통의 Sag, Swell, Transient, 서지 그리고 고조파와 같은 노이즈와 접지시스템을 통해 유입되는 다양한 노이즈 신호를 차단하여 빠르고 안전하게 제거하는 방안을 연구하였다. 이를 위해 운용 중인 설비의 다양한 노이즈 신호를 실측하였고, 실측된 결과로부터 전달 및 침입 경로를 예측하여, 기존 접지 구성 및 내부 배선의 문제점의 개선하고 노이즈 및 서지의 실제적 차단을 위한 접지시스템과 내부 보호 설비를 설계 제안하였다. 또한 설계 시뮬레이션 결과와 현장 시공 결과를 비교하여 제안된 설비의 성능을 확인하였고, 시공 후 설비 운용 중에 노이즈 및 서지 신호를 재 측정하여 기존 설비 운용시 측정했던 결과를 비교 분석하여 제안 보호 설비의 개선된 성능을 최종 확인하였다.

노이즈의 종류는 Surge, SAG, Transient, Over/Under Voltage, 전압변동, 및 고조파(Harmonics)와 같은 전원 계통 노이즈와 EMC(Electro Magnetic Compatibility), EMI(Electro Magnetic Interference) 및 EMS(Electro Magnetic Susceptibility)와 같은 전자계 노이즈등 매우 다양하고, 그 전달 경로 또한 매우 복잡해서 전원선, 신호선, 통신선, 접지선 및 도체 와 철골 그리고 공기 매체와 같은 유무선 경로를 통해 종합적으로 침입하게 된다. 이와 같이 여러 경로를 통해 들어온 노이즈는 전압 혹은 전류의 벡터합으로 표현될 수 있다.<sup>[9][10]</sup>

서지는 신호의 크기가 규모면에서 단순한 노이즈의 크기를 크게 벗어나지만 노이즈의 한 종류로 표현할 수 있고 침입 경로와 전달 경로가 비슷하여 보호 설비도 유사한 형태로 설계할 수 있다. 노이즈와 서지가 침입하여 나타나는 결과는 매우 다양하여 그 결과로부터 이들의 명확한 발생원인과 경로를 파악하기는 어렵다. 하지만 설비의 운용 중에 나타나는 노이즈 및 서지 신호를 측정 분석함으로써 기본 원인을 규명하고 인접 설비 혹은 각종의 케이블 간의 노이즈 간섭을 제거 혹은 최소화할 수 있는 접지설비 및 내부 시스템을 구성함으로써 노이즈의 문제와 피해를 크게 줄일 수 있다.<sup>[5][9]</sup>

본 논문에서는 실제 운용 중인 현장에서 노이즈 및 서지 신호를 측정 분석하였고, 분석된 결과를 토대로 이들 노이즈 신호를 제거할 수 있는 접지시스템 및 내부 보호 설비를 설계 제안하여 시공하였다. 실제 운용 중인 설비의 노이즈 및 서지 측정은 오실로스코프를 이용하여 신호 및 주파수 특성을 분석하였고, 전원 계통의 Sag, Swell, Transient, 서지 그리고 고조파 신호는 ION7650 PQ 미터를 이용하여 측정 분석하였다.<sup>[4][8]</sup>

노이즈 및 서지 제거용 접지시스템의 설계를 위한 토양 분석은 4-점 웨너법(Wenner)으로 실측된 데이터를 SES사의 CDEGS의 RESAP S/W를 이용하였고, 다지층 구조로 분석하여 정량적인 대지저항률을 얻었다.<sup>[1]-[3]</sup> 이 대지저항률 데이터를 접지설계에 적용하여 CDEGS의 S/W를 통해 시뮬레이션 하였고, 이를 실제 현장에 설치하여 얻어진 결과를 시뮬레이션 결과와 비교하여 성능을 확인하였고, 내부 보호 설비의 구성을 위한 설계 시뮬레이션은 CDEGS의 MALZ와 HIFREQ S/W를 이용하였다. 그리고 시공 후 설비의 운용 상태 하에 노이즈 및 서지 신호를 재 측정하여 보호 설비 설치전의 노이즈 및 서지 신호와 공사 후의 결과를 비교 분석하여 제안 보호 설비의 성능을 최종 확인하였다.<sup>[2][4][7]</sup>

1. 서 론

산업 현장에서의 전기전자 그리고 정보 통신의 결합으로 편리하고도 복합적인 정보서비스 및 운용 자동화가 이루어지고 있지만, 종합 운용시스템 망에 구축된 설비의 소형화 및 대용량화로 인해 운용 설비간의 노이즈 및 서지의 간섭과 영향에 매우 취약한 특성을 지니게 되었으며, 이로 인한 오동작 및 피해에 대한 대책이 절대적으로 필요하게 되었다.<sup>[8][9]</sup>

노이즈란 기기 또는 시스템의 동작을 위한 정상적인 신호 이외의 불필요한 신호가 기기나 시스템에 침입하여 설비의 오동작, 손상 또는 열화를 발생시켜 가동을 중단시키거나 수명을 단축시키는 불필요한 모든 신호를 통틀어 노이즈라 한다. 이와 같은 노이즈로 인해 현장에서의 자동화 프로그램 손상, 제어 및 구동 설비의 손상, 통신 및 전산 시스템의 장애, 그리고 전기 전자 설비의 신호 간섭에 의한 기능장애가 발생하게 된다. 노이즈의 전달과정은 전자 결합에 의한 노이즈(Radiated Noise)와 공통임피던스 결합에 의한 노이즈(Conducted Noise)로 구분되며, 전자 결합에 의한 노이즈(Radiated Noise) 현상은 두 회로가 정전용량, 즉 콘덴서에 의해 결합되는 것과 같은 정전결합 모드와 상호간에 자속 즉, 상호유도 현상으로 결합되는 전자유도 그리고 전자파의 복사에 의한 전자파 결합 현상이 있다.<sup>[5][9][10]</sup>

공통임피던스 결합은 두 설비가 하나의 저항이나 임피던스를 공유하고 양단간에 전위차가 발생할 때 나타나는 현상으로 이와 같은 공통임피던스 결합 노이즈는 접지설비 구성의 오류에서 많이 나타나게 된다. 설비 간의 정상적인 신호선에서 유도되는 현상을 Normal Mode 노이즈 그리고 접지선과 같은 공용의 케이블을 통한 노이즈를 Common Mode 노이즈라 한다.

2. 본 론

2.1 노이즈 및 서지의 특성

노이즈의 발생은 외부에서 유입되는 것과 접속된 인접 설비로부터 유도되는 것 그리고 내부회로에서 발생되어

순환되는 것등이 있으며, 그 발생 원인은 매우 다양하여 열, 대지전류, 증기, 대지자계, 번개 그리고 태양활동(혹성)과 같은 자연 현상에서부터 공중파 방송, 통신장치, 가전제품과 같은 일상의 전기용품과 전기 전자 분야의 전력 변환장치 (SMPS, Inverter, Converter...)와 전력 단속장치(차단기, Switch, Relay, 반도체스위치...)등과 같은 전자계 발생 설비와 저항, 콘덴서, 다이오드, 트랜지스터와 같은 전자 부품의 재료 특성에서 발생된다.<sup>[5,9]</sup>

특히 노이즈 종류로써 명명되는 대용량의 서지는 정격 전압 값에 10% 이상의 값이 수십ms 내에 돌발적으로 상승하는 것을 말하고 Transient 서지는 수십us 내에 발생하는 것을 말한다. 이때 수파수의 크기는 수KHz~수십MHz 이다. 대표적인 서지의 종류로는 낙뢰에 의한 뇌서지, 전원 계통의 지락사고에 의한 지락서지 그리고 대용량 차단기의 개폐서지와 각종의 스위치로부터 발생하는 개폐서지 그리고 대용량 용접 서지등이 있다. 또한 순간전압강하(Sag)나 순간전압상승(Swell)과 같은 전원 노이즈는 수~수십 Cycle 내에 15% 이상의 전압강하나 상승을 말하며 순간 정전에 원인이 된다. 그리고 모터나 UPS 그리고 스위칭 차단기와 같은 기기에서 발생하는 고조파는 정현파 전압의 변형을 일으켜 설비의 오동작과 소손을 유발하며, 정현파의 홀수 정수배의 주파수 성분을 가진다. 노이즈나 서지의 침입 경로로는 외부 유입의 경우 대지, 전력선, 신호선, 수도관, 가스관 혹은 건물 철골과 같은 도전성 도체를 통해 유입되며, 인접 설비간의 접속되어 유도되는 경우에는 인터페이스 케이블, 도전성 합체 그리고 접지선이 통로가 된다. 그리고 장비 내부의 부품이나 소자에 의 발생된 노이즈는 기판이나 장비 프레임을 통해 순환되는 특성이 있다.<sup>[5,9,10]</sup>

이와 같은 서지와 노이즈 발생 원인을 구체적으로 기술하고 해석하기에는 그 범위가 너무 방대하여 구체적인 설명이 어렵다. 하지만 전자계 결합 현상에 대한 이론적 고찰과 현장 실측을 통한 노이즈 보호 대책은 상당한 효과를 얻을 수 있으며, 그 대책으로 노이즈의 전자결합에 의한 간섭이나 영향을 제거 혹은 감소시키기 위해 다음과 같은 방법이 사용된다.<sup>[10]</sup>

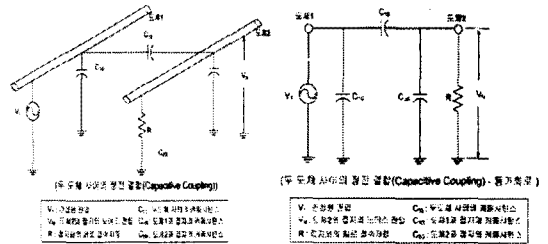
- ① 차폐(Shielding)
- ② 접지구성(Grounding)
- ③ 등전위(Equivalent Balacing)
- ④ 필터링(Filtering)
- ⑤ 절연(Isolation)
- ⑥ 분리 및 정위치(Separation and Orientation)
- ⑦ 회로임피던스 크기의 조절(Circuit Imedance level Control)
- ⑧ 배선 설계(Cable Design)

## 2.2 노이즈 간섭의 해석

### 2.2.1 전자결합에 의한 현상

#### (1) 정전성 결합(Capacitive Coupling)

정전결합(Capacitive Coupling)은 노이즈 발생 회로와 영향을 받는 측 회로가 콘덴서로 결합되어 있는 것을 의미한다. (그림2-1a)은 두 도체사이의 나타나는 정전성 결합 상태를 보여주며, (그림2-1b)는 정전 결합의 등가 회로를 나타낸다. 도체1에 전압이 인가되어 있을 때 도체2와의 사이에 콘덴서에 의한 정전결합이 만들어 지고 이로 인해 도체2에도 노이즈 전압이 인가된다. 두 도체간의 정전 결합에 의해 나타나는 노이즈 전압의 크기는 도체 2에 회로적으로 접속되는 저항에 의해 결정된다.



(그림2-1a)두 도체사이 정전결합 (그림2-1b)등가회로

도체2와 접지사이에서 발생하는 노이즈전압은 다음 식으로 표현된다.

$$V_N = \frac{j\omega \left[ \frac{C_{12}}{(C_{12} + C_{2G})} \right]}{j\omega + \frac{1}{R(C_{12} + C_{2G})}} V_1 \quad (식2-1)$$

(그림2-1a)에서 도체1의 콘덴서 C1G는 노이즈 결합에 영향을 미치지 않아 무시되며, w는 노이즈원의 주파수 2πf 이다. 저항 R이 기생 콘덴서(C12+C2G)의 임피던스보다 작은 경우,

$$V_N = j\omega R C_{12} V_1, \quad \text{단, } R \ll \frac{1}{j\omega(C_{12} + C_{2G})}$$

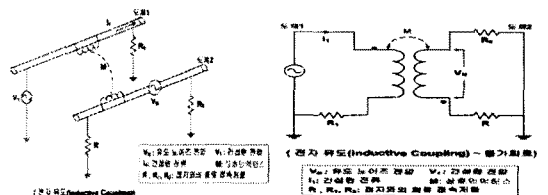
(식2-2)에서 노이즈전압 VN은 주파수 f가 증가 할수록 증가하지만 일정 주파수에 이르면 더 이상 증가하지 않는다. 또한 저항R이 기생 콘덴서(C12+C2G)의 임피던스보다 큰 경우,

$$V_N = \left( \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{2G}} \right) V_1, \quad \text{단, } R \gg \frac{1}{j\omega(C_{12} + C_{2G})}$$

(식2-3)에서 노이즈 전압 VN은 주파수에 무관하며, 콘덴서(C12과C2G)에 의존하게 된다.<sup>[5,9,10]</sup>

#### (2) 전자 유도성 결합(Inductive Coupling)

전자 유도(Inductive Coupling)는 회로 내에 전류가 흐를 때 자속(Magnetic Flux)이 발생하고 이로 인해 다른 회로에 기전력 발생하는 것을 의미한다. (그림2-2a)은 두 도체사이의 나타나는 전자유도 상태를 보여주며, (그림2-2b)는 전자유도의 등가 회로를 나타낸다. (그림2-2a)에서 두 도체의 전자유도의 결합 크기는 상호 유도 계수 M에 의해 결정된다.



(그림2-2a) 전자 유도 결합 (그림2-2b) 등가 회로

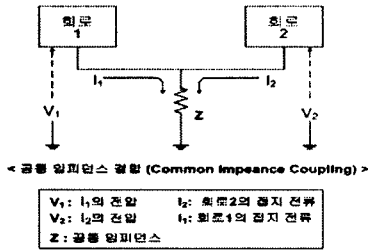
(그림2-1a)에서 전류 I1가 흐르면, 자속φ = LI 가 발생하고, 이로 인해 다른 2차 회로에도 자속이 발생한다. 이때 다른 회로와의 상호유도계수 M12를 구하면,

$$M_{12} = \frac{\phi_{12}}{I_1}, \quad V_N = j\omega M I_1 = M \frac{di_1}{dt} \quad (\text{식2-4})$$

자속  $\phi_{12}$ 는 회로에 전류  $I_1$ 이 흐를 때 2차 회로의 자속을 나타낸다. (그림2-2a)의 회로가 시불변이고 자속밀도가 사인파형으로 변화된다고 하면, 유도 전압  $V_N$ 은 다음 식과 같다. (식2-4)에서 전자유도 결합에 의한 노이즈 전압  $V_N$ 은 주파수에 비례하며, 유도전압의 실효치(rms)로 나타내고, 주파수  $w$ 는  $2\pi f$  이다.<sup>[5,9,10]</sup>

### 2.2.2 공통 임피던스 결합(Common Impedance)

공통 임피던스는 두 회로가 하나의 저항 혹은 임피던스를 공유하는 상태를 말하며, (그림2-3)은 공통 임피던스 구성을 나타낸다.



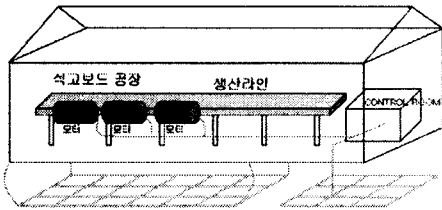
(그림2-3) 공통임피던스 결합

(그림2-3)에서 회로 1 과 2 로부터 접지전류가 흐르면 공통임피던스  $Z_c$ 의 양단에 전압이 발생하게 되고 이온 인해 상대 회로에 영향을 미치게 된다. 공통임피던스에 의한 결합의 문제는 두 회로간의 접속 방법과 접지 순환 그리고 공통 임피던스를 줄이므로 해결할 수 있다.<sup>[5,9,10]</sup>

## 2.3 노이즈 및 서지 신호의 측정

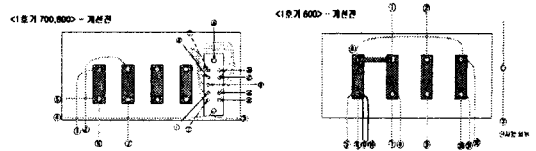
### 2.3.1 접지 구성 및 노이즈 측정 분석

운용중인 플랜트 설비의 접지계통을 측정 분석하여 Trouble 발생 가능한 환경을 제거하고, 설비의 안정화 및 운영 효율을 개선하기 위해 접지시스템을 측정 분석하였다. 측정 및 확인된 현장의 접지구성도는 (그림2-4)와 같다.



(그림2-4) 플랜트 설비 접지구성도 - 기존 운용

(그림2-4)에서 서지 및 노이즈 전류가 접지를 통해 대지로 방전하지 못하고 장비 사이에서 순환되는 구조를 가지고 있으며, 내부 접지선의 인출 경로가 매우 복잡하여 장비 내·외부에서 발생된 노이즈 전류가 장비 상호 간에 순환 및 유도되는 특성이 나타나고 있다. 접지전극은 공장 전체가 단순 MESH 접지로 되어 있으며, 약전 및 강전 계통 분리 없이 인출하여 사용하고 있다. (그림2-5)는 플랜트 내부의 접지배선 구성도를 나타낸다.<sup>[6,7,9]</sup>

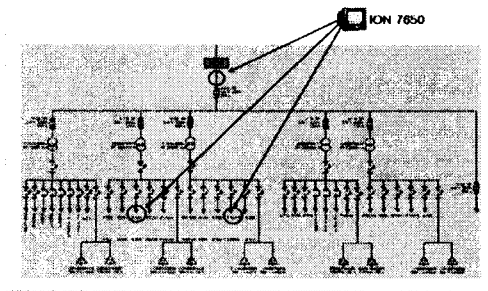


(그림2-5) 기존 접지 배선 구조

(그림2-4)에서 보는 바와 같이 접지배선이 판넬 간에 직렬연접 형태로 되어 있어 노이즈 순환전류가 발생하고 있고, (그림2-5)의 접지배선에 보듯이 단독과 공통배선이 혼재되어 있고, 강전과 약전의 구분없이 연결되어 있어, 배선의 루프 구조와 순환 구조가 발생하고 있다. 측정된 접지저항 및 누설 전류치는 기존 운용 측정치와 노이즈 개선 후의 측정치를 비교하였다. (표2-1)의 기존 설비와 개선 후의 설비에 대한 측정치를 분석해 보면 접지저항치가 낮게 측정되었지만 방전되는 누설전류는 매우 적은 것으로 보아 순환 루프 구조로 구성되었음을 알 수 있다. 이는 오실로스코프를 통해 측정된 방전되는 노이즈 누설전류의 파형과 주파수 특성을 분석하였을 때 확실하게 알 수 있다.<sup>[6,7,9]</sup>

### 2.3.2 전원 노이즈 및 서지 측정 분석

운용되는 플랜트 전력 품질 및 노이즈를 측정함으로써 공급전력의 품질상태를 확인하고, 전원으로 인한 문제점을 분석하여 이에 대한 원인을 규명하고 전력저해요소를 해소함으로써 공정상에서 발생할 수 있는 오류나 고장의 원인을 제거할 수 있다. (그림2-6)은 전력 품질 측정 구조를 나타낸다. 주 전원의 전력품질을 ION7650 메터를 설치하여 측정된 Data를 활용하였고 별도의 PQ Meter가 설치되어 있지 않은 곳은 각각 ION7650을 설치하여 측정하였다. 측정값은 전압의 크기, 변동률, 주파수 변동, 고조파 발생 및 크기, Transient 서지 및 순간전압 강하·상승 등을 측정 분석하였다.<sup>[8]</sup>



(그림2-6) 전원 공급 계통 및 측정 위치

## 2.4 노이즈 및 서지 대책 설계 엔지니어링

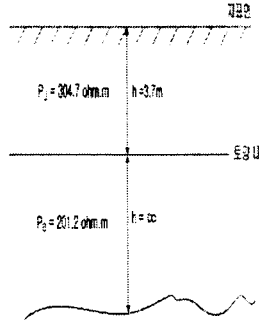
### 2.4.1 접지시스템 설계

#### (1) 현장 토양 측정 분석

현장 설계 제안을 위한 토양 분석은 4-점 웨너법으로 실측된 현장의 대지저항률을 RESAP S/W를 이용하여 분석하였으며 정량적인 대지저항률 값으로 모델링을 하였다.<sup>[11-12]</sup> 본 논문에서는 동일 장소에서 깊이 별로 한번에 6회 측정을 2번 반복 측정한 대지저항률을 종합하여 수평의 2-지층 구조로 분석하였다. 표5-1은 현장 측정 데이터이며, (그림2-7)는 2-지층 구조의 전체 측정치의 합성 분석 결과를 나타낸다.<sup>[11,3]</sup>

표2-2 대지저항률 측정치

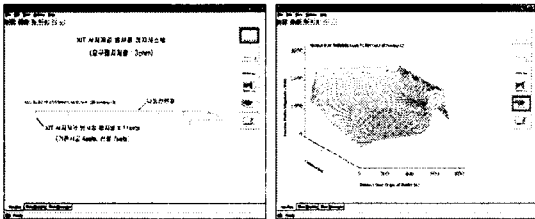
구분 간격	측정치(Ω·m)	
	1차 측정치	2차 측정치
1m	298.9	273.1
2m	251.2	246.6
4m	205.9	226.0
8m	190.9	205.9
12m	203.4	211.0
16m	211.0	200.9
확인사항	측정장비 AEMC4500, 측정법 : 4-점 Wenner 법	



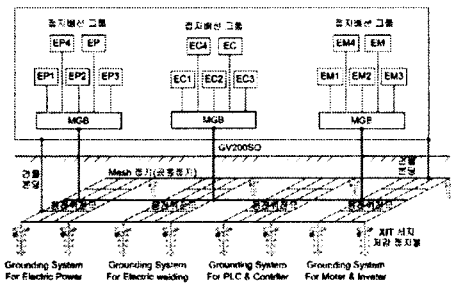
(그림2-7) 측정 대지저항률의 2-지층구조 종합 분석

(2) 보호 접지시스템 설계

본 논문에서는 보링공법에 의한 XIT 서지저감 방사침 접지봉을 적용하여 설계 시뮬레이션 하였고, 접지전극의 배치 구조는 건물 주위에 서지 유입을 차단하는 방식으로 이루어졌다. 접지저항치는 2.8ohm 으로 설계하였고, 설계 시뮬레이션은 CDEGS S/W로 실행하였으며, (그림2-8a)는 설계 접지전극의 배치 구조 및 시뮬레이션 파형을 나타내고, (그림2-8b)는 기존 접지전극과의 배치 및 내부 등전위 배선 구조를 나타낸다.



(그림2-8a)는 설계 접지전극의 배치 구조 및 시뮬레이션



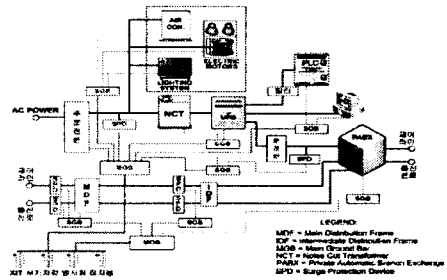
(그림2-8) 접지전극 및 접지단차함 배치 구조

접지전극의 현장 시공은 설계 구조와 동일하게 XIT 서지저감 방사침 접지봉 6m X 11sets를 건물 주위에 배치하고 BC100SQ 나동선으로 매설 연결하였으며, 접지단차함을 기준으로 등전위 및 보호배선 구성을 제안하였다.

2.4.2 내부 보호 설비 설계

내부 보호 배선 구성은 정전 결합과 전자 유도 현상을 최소화 하고 순환 구조(Loop)를 차단하여 노이즈 및 서지 전달 경로를 제거하는 배선 구조로 설계 하였다. 또한 민감한 약전의 제어 자동화 설비 특성상 발생 혹은 유입되는 노이즈를 빠르고 안전하게 방전시키기 위해 일

대일 독립 배선하였고, 설비간의 전위차를 제거하기 위해 접지단차함을 기준으로 등전위를 구성하였고, 순환 차단 구조로 배치하였다. (그림2-9)은 서지 및 노이즈 제거 설비의 설치 구성도를 나타내며, 민감한 제어설비 및 통신선의 노이즈 보호를 위한 구성 제안하였다.



(그림2-9) 서지 및 노이즈 보호 설비

2.5 접지시스템 현장 시공 및 결과

(1) 접지시스템 시공 결과

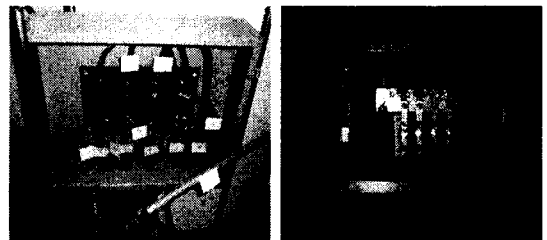
접지방식은 보링공법에 의한 XIT 서지저감 방사침 접지봉을 시공하였고, 건물 주위에 설계와 같은 구조로 접지봉을 시공하였고, 건물 주위로 유입되는 지중 서지를 접지봉의 배치 구조를 통해 차단하는 방식으로 이루어졌다. (그림2-10)는 XIT 서지저감 접지봉과 접지선의 매설 시공을 나타낸다.



(그림2-10) XIT 서지저감 접지봉 설치

(2) 내부 설비 시공 결과

노이즈 및 서지의 빠른 방전과 등전위 구성을 통한 설비간의 전위차를 제거하기 위해 접지단차함을 기준으로 등전위를 구성하였고, 순환구조가 되지 않도록 배치 하였다. (그림2-11)은 기존 운용 설비의 접지배선 구조와 개선된 접지배선 구조의 시공 구조를 나타낸다.



(a) 개선 전 배선 구조 (b) 개선 후 배선 구조 (그림2-11) 접지 배선 구조

2.6 노이즈 대책 설비 시공후의 측정

2.6.1 접지설비의 노이즈 및 서지 측정 분석

(표2-1)은 기존 운용설비와 개선 후의 설비에 대한

접지저항 및 누설 전류치를 비교 분석한 것이다.  
 (표2-1) 기존 설비와 개선 후 설비에 대한 접지저항 및 누설 전류치

위치	종류	접지저항		누설전류		
		기존	개선후	기존	개선 후	
수변전실	MAIN 접지선5L	2.0Ω	1.8Ω	17mA	3.39A	
		1.3Ω	1.1Ω	77mA	3.93A	
		3.0Ω	3.2Ω	0.9mA	4.86A	
		1.9Ω	0.23Ω	161mA	4.83A	
		OL	0.15Ω	0 A	1.22A	
1호기	#400 /500	1호기	0.2Ω	0.2Ω	2.21A	1.89A
		1호기-a	3.4Ω	0.7Ω	77mA	245mA
	#600	1호기-b	3.4Ω	0.9Ω	21mA	65mA
		1호기-c	2.3Ω	0.2Ω	32mA	0.91A
		1호기-d	1.9Ω	0.5Ω	34mA	0.81A
비고	- 개선전에는 MAIN 접지선으로 빠져나가는 전체 누설전류량이 적음. - 개선 후에는 방전 전류량이 크게 증가.					

(표2-1)에서 접지저항치는 낮게 개선되었고, 노이즈 누설 전류치는 크게 증가하였다. 내부 접지배선을 통해 방전되는 누설전류가 최종적으로 접지봉을 통해 빠르게 방전됨을 확인하였다. (표2-2)는 접지봉을 통해 방전되는 누설 전류의 오실로스코프 파형을 비교 분석하였다.<sup>[1,5]</sup>

(표2-2) 접지 설비의 노이즈 신호 파형

개선 위치	1호기 접지 설비 측정치	
	측정 파형	FFT 분석
개선 전 (기존운용)		
개선 후 (XIT시공)		
개선 후 (XIT시공)		
비고	- 개선전 데이터는 감전과 약전신호가 혼합되어 빠져나가기만 전류량이 매우적다. - 개선후 데이터는 감전과 약전접지선을 분리하였고 방출되는 전류량의 크기가 크편이고,주파수 특성이 크게 개선.	

### 3. 결 론

본 논문에서는 플랜트 현장에서 문제가 되고 있는 각종 노이즈 및 서지에 대한 실측 데이터를 분석하여 그 개선책을 제안하였다. 현장의 접지시스템 및 전원 설비

의 노이즈 데이터를 실측하여 신호의 간섭과 오동작에 원인이 되는 노이즈 순환과 배선의 루프 특성을 분석할 수 있었고 그 대책을 제안하였다. 실측 분석된 노이즈 데이터를 이용하여 현장에 맞는 개선된 내부 보호 회로와 최적의 접지시스템을 설계 제안하였으며, 시뮬레이션으로 확인된 제안 설계를 현장에 시공한 후 개선 보장전의 노이즈 데이터와 시공 개선 후 재 측정된 노이즈 데이터를 정량적 값과 오실로스코프 파형으로 비교 분석하여 개선된 성능을 정량적 값으로 확인할 수 있었다.<sup>[1,4,7]</sup>

본 연구를 통해 다음과 같은 사항을 확인할 수 있었다.

- 1) 노이즈의 실측 결과 개선 전에 비해 개선 후의 누설 전류값이 크게 늘어났음. (낮은 접지임피던스로 인해 누설전류의 대지 방출이 용이해졌음.)
- 2) 내부배선의 루프 차단과 순환구조 개선으로 순환되는 누설전류량이 줄어 듦.
- 3) 접지단자함을 등전위 배선으로 공통 임피던스 결합 현상을 감소 시켰음.
- 4) 건물 구조체 접촉을 통해서 외부 등전위를 확보하여 외부 침입 서지를 제거하게 되었음.
- 5) 노이즈 신호(고압모터, 제어판넬, 전원판넬등)를 계통별로 관리할 수 있도록 설비 특성별로 접지단자함을 구분 설치하였음.
- 6) 약전과 강전 특성의 설비 구분으로 노이즈 방전성이 현저하게 개선됨을 오실로스코프 파형을 확인할 수 있었음.
- 7) 전원에 실려오는 고조파 및 Transient 서지에 대한 보호 대책으로 서지보호기, 고조파 필터, 및 순간정전 보상장치를 제안하였음.

본 논문을 통해 현장에 맞는 실제적 노이즈 개선책을 제안할 수 있었으며, 전원 서지와 품질개선을 위해서는 순간정전이 고조파와 같은 노이즈 신호를 제거하기 위한 장비를 설치할 필요가 있다. 향후 현장에 대한 체계적인 정립과 고조파대역에서의 노이즈 대책에 대한 최적 설계 방안에 대한 연구가 이루어져야 하겠다.<sup>[5,9,10]</sup>

### [참 고 문 헌]

- [1] IEEE Std. 81, "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System", 1983
- [2] SES (Safe Engineering Services & technologies Ltd.), CDEGS (Current and Soil structure analysis ) Manual. Version 2000 for Windows.
- [3] "The IEEE Green Books", IEEE Std 142-1991, IEEE Inc,
- [4] 신동호, 김 용, 정철희, 조대훈, "지질분석에 따른 접지 방식별 특성연구", 대한전기학회논문집 PP1293-1296, 1999
- [5] Henry W. Ott "Noise Reduction Techniques In Electronics System", 1976
- [6] David Volz "Morden Land Mobile Communications site Grounding" Telecomputer Energy World Proceeding,1995
- [7] XIT 접지시스템, 한국XIT(주), 2000
- [8] Power Quality Measurement System, ION7650 Manual.
- [9] 노이즈 방지와 대책", 岡村迪夫, 성안당
- [10] Noise Reduction Techniques in Electronic System. Wiley Interscience Publication, 1976. Henry. W. OTT